Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 16, No. 1, June 2025, pp. 117-130

Original Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.90068.1099

Study of Planting Pattern and Herbicide Effects on Weed Population and Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Grain Yield

Hossein Najafi[1]*, Soheyla Pourheydar Ghafarbi[2], Gholamreza Gahramanian[2], Ajang Jahedi[3]

Received: 05-10-2024
Revised: 06-11-2024
Accepted: 04-12-2024
Available Online: 04-12-2024

Cite this article:
Najafi, H., Pourheydar Ghafarbi, S., Gahramanian, G., & Jahedi, A. (2025). Study of planting pattern and herbicide effects on weed population and chickpea (*Cicer arietinum* L.) grain yield. *Iranian Journal of Pulses Research*, *16*(1), 117-130. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.90068.1099

Introduction
Chickpea (*Cicer arietinum* L.), with an average production of 439 kg.ha^{-1}, is one of the most important pulses that holds a special place in rain-fed conservation farming systems in Kermanshah, Kordestan and Lorestan provinces of Iran. Recently, it covers 6.9% of the cultivated land area for agricultural products and accounts for 5.3% of the total rain-fed crop production, placing it fourth in rank. High distance between global mean of grain yield (1038 kg.ha^{-1}) and Iran (439 kg.ha^{-1}) is significant and weeds are the most important limiting factors in chickpea production systems in Iran, and due to the limited registered herbicides, increasing row spacing and using non-selective herbicides by shielded sprayers is one of the other ways for application of these herbicides in chickpea farming. Optimizing chickpea row-spacing and the application possibility of non-selective herbicides in chickpea was our objective in this experiment.

Materials and Methods
In order to study planting pattern and chemical control effects on weed population and yield of rain-fed chickpea farming, two experiments conducted. Field experiments were conducted in East Azerbaijan and Hamadan provinces and greenhouse experiment was in Alborz province of Iran in 2021-2022. The field and greenhouse experiments were conducted as completely randomized block design and a completely randomized design with four replications, respectively. In field experiment, two intra-rows spacing of chickpea (35 and 53 cm) and seven herbicides (including: imazethapyr (Pursuit® SL 10%) at a rate of 100 ml.ai ha^{-1}, imazethapyr (Pursuit® SL 10%), at a rate of 100 ml.ai.ha^{-1} +cytogate (at a rate of 2%), oxyfluorfen (Goal® EC 24%), at a rate of 168 ml.ai.ha^{-1}, phenmedipham + desmedipham +ethofumesat (Betanal progress OF®. EC 27.4%), in two rates: 160 and 300 ml.ai.ha^{-1}, protected application of imazethapyr (Pursuit® SL 10%), at a rate of 100 ml.ai.ha^{-1}+ paraquat (Gramoxone® SL 20%), at a rate of 600 ml.ai.ha^{-1}, protected application of paraquat (Gramoxone® SL 20%), at a rate of 600 ml.ai.ha^{-1}, pyridate ((Lentagran® EC 60%), at a rate of 1200 ml.ai.ha^{-1} and control were evaluated. In green house experiment, different doses of Phenmedipham+ Desmedipham+ Ethofumesat (Betanal progress OF® in 411, 548, 685 and 822 ml.ai.ha^{-1}) and its application time (2, 4, 6 and 8 leaf stages) were tested. Weed dry weight, visual evaluation and chickpea grain yield were evaluated 30 days after treatments and in the end of experiment and data were analyzed by Sas, Mstatc and Sigmaplot software and means were compared by Duncan.

Results and Discussion
Dominant weeds in two locations were *Alyssum* spp., *Descurainia sophia*, *Acroptilon repens*, *Galium aparin*, *Polygonum* aviculare, *Astragalus* sp., *Euphorbia* spp., *Fumaria parviflora*, *Poa* spp., *Gypsophila* spp., *Allium*

1- Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran
2- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Maragheh, Iran
3- Agricultural and Natural Research Resource and Education Center of Hamadan, Agricultural Research Education and Extension Organization, Hamadan, Iran
* Corresponding Author: Najafihossein2017@gmail.com

spp., *Falcaria vulgaris* and *Geranium* spp. Field results indicated that all herbicides had the same effect on the weed dry weight and chickpea grain yield at both planting row distance. Therefore, the distance between chickpea planting rows can be increased up to 53 cm for the use of shielded sprayers. In terms of herbicide efficacy in the Hamadan and Maragheh regions, protected application of Imazethapyr + Paraquat was found to be the best treatment for weed control. This treatment resulted in an average weed dry weight of 1.7 grams per square meter in Hamadan and 7.3 grams per square meter in Maragheh. With this treatment, weed dry weight was reduced by approximately 94.4% and 69.9% compared to the control, respectively. Chickpea grain yield was highest with Imazethapyr + Cytogate and Pyridate, resulting in an increase of approximately 83% and 75.4%, respectively, compared to the control in Maragheh region. In Hamadan region, Oxyfluorfen showed an increase in chickpea grain yield up to 122.7%, Pyridate up to 125.4%, and Imazethapyr + Paraquat up to 111.7% compared to the control. Betanal progress OF® (at a rate of 3 $l.ha^{-1}$) also exhibited good weed control but like Imazetapyr, is not recommended for use due to its damage on chickpea growth and grain yield. Additionally, Paraquat has been removed from the registered list in Iran; therefore, it is not recommended for application on chickpeas either.

Conclusions

For improved weed control in chickpea, it is recommended to increase row spacing to 53 cm and use a protected application of non-selective herbicides (such as Imazethapyr). However, it is important to note that Paraquat has been removed from the list of registered herbicides in Iran and cannot be recommended for weed control in chickpea. Instead, other approved non-selective herbicides can be recommended, provided they are applied using a shielded sprayer. Additionally, Betanal progress OF® is also caused damage to chickpea in both field and greenhouse conditions and it do not recommend.

Keywords: Cultural control, Integrated control, Protected sprayer, Pulses

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۶، شمارهٔ ۱، نیمهٔ اول ۱۴۰۴، ص. ۱۳۰-۱۱۷

نوع مقاله: پژوهشی
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.90068.1099

بررسی تأثیر آرایش کاشت و کاربرد علف‌کش بر جمعیت علف‌های هرز و عملکرد نخود

حسین نجفی[۱*]، سهیلا پورحیدر غفاربی[۲]، غلامرضا قهرمانیان[۲]، آژنگ جاهدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر آرایش کاشت و کنترل شیمیایی بر جمعیت علف‌های‌هرز در مزارع نخود (*Cicer arietinum* L.) دیم، دو آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای طی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در آذربایجان شرقی، همدان و کرج اجرا شد. آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای به‌ترتیب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شدند. در شرایط مزرعه، فاصله ردیف کشت (۳۵ و ۵۳ سانتی‌متر) و کنترل شیمیایی (شامل کاربرد علف‌کش‌های ایمازتاپیر (پرسوئیت، SL 10%) در مقدار ۱۰۰ به‌تنهایی و یا در ترکیب با ماده افزودنی سیتوگیت در مقدار دو درصد و یا علف‌کش پاراکوآت (گراماکسون، SL 20%) در مقدار ۶۰۰، اکسی‌فلورفن (گل، EC 24%) در مقدار ۱۶۸، پیریدات (لنتاگران، EC 60%) در مقدار ۱۲۰۰، پاراکوآت (گراماکسون SL 20%) در مقدار ۶۰۰ و فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت (فن‌دس‌اتو) (بتانال‌پراگرس‌اُاف، EC 27.4%) در مقادیر ۱۶۰ و ۳۰۰) (همگی بر حسب میلی‌لیتر ماده مؤثره در هکتار) ارزیابی و در شرایط گلخانه تأثیر دوزهای مختلف فن‌دس‌اتو بر رشد نخود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش مزرعه‌ای و بررسی کارآیی علف‌کش‌ها در دو منطقه همدان و مراغه حاکی از برتری تیمارهای ایمازتاپیر و پاراکوآت با میزان کنترل ۹۴/۴ و ۶۹/۹ درصدی علف‌های‌هرز (با میانگین وزن خشک ۷/۱ و ۳۰/۷ گرم در مترمربع به‌ترتیب در همدان و مراغه) در مقایسه با شاهد هر کرت بود. عملکرد دانه نخود در مراغه و در تیمار کاربرد ایمازتاپیر + سیتوگیت (با افزایش۸۳ درصد نسبت به شاهد آلوده)، همراه با پیریدات (با افزایش ۷۵/۴ درصد نسبت به شاهد آلوده) و پس از شاهد وجین در بالاترین مقدار بود. در منطقه همدان، بیشترین عملکرد از تیمارهای کاربرد اکسی‌فلورفن (با ۲۲/۷ درصد)، پیریدات (با ۱۲۵/۴ درصد) و ایمازتاپیر و پاراکوآت (با ۱۱۱/۷ درصد) (همگی نسبت به شاهد آلوده) حاصل شد. نتایج آزمایش گلخانه نشان داد که کاربرد علف‌کش فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت در تمامی مراحل رشد نخود و مقدار مصرف این علف‌کش، به نخود خسارت می‌زند و از این جهت، کاربرد این علف‌کش و همچنین پاراکوآت به‌دلیل حذف از فهرست آفت‌کش‌های مجاز کشور، توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: حبوبات، سم‌پاشی حفاظت‌شده، کنترل تلفیقی، کنترل زراعی

مقدمه

ایران پس از هند، ترکیه، پاکستان، میانمار، اتیوپی و روسیه، رتبه هفتم تولیدکننده نخود (*Cicer arietinum* L.) در جهان است (FAO, 2023). میانگین تولید جهانی این گیاه ۱۰۳۸ و میانگین تولید آن در ایران ۴۳۹ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Babaei et al., 2022). نخود از جمله محصولاتی است که در زراعت دیم و به‌خصوص در نظام‌های کشاورزی حفاظتی ایران جایگاه ویژه‌ای داشته و در حال حاضر با ۶/۹ درصد از سطح زیر کشت محصولات زراعی و همچنین تولید ۳/۵ درصدی از کل تولید محصولات دیم، در رتبه چهارم قرار دارد و استان‌های کرمانشاه، کردستان و لرستان رتبه‌های اول تا سوم تولید نخود دیم را به خود اختصاص می‌دهند (Anonymous, 2022). دانه نخود غنی از اسیدهای آمینه ضروری نظیر لایسین است و به‌دلیل وجود ۱۵ تا ۲۵ درصد پروتئین، نقش قابل توجهی در جیره غذایی انسان و به‌ویژه اقشار کم‌درآمد ایفا می‌کند (Jukanti et al., 2012). فاصله میانگین عملکرد دانه نخود در ایران (۴۳۹ کیلوگرم در هکتار) نسبت به میانگین‌های جهانی و آسیا (به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۰۳۸ و ۹۱۹/۷

۱- مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
۳- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Najafihossein2017@gmail.com)

کیلوگرم در هکتار) (Babaei et al., 2022; Anonymous, 2022; Veisi et al., 2019) و رکوردهای موجود (تا ۳۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) (Plew et al., 1994) و به‌دلیل مشکلات ناشی از نبود ارقام مناسب، مدیریت زراعی، مکانیزاسیون و همچنین عدم توان رقابت این گیاه با علف‌های‌هرز پایین‌تر است. این در حالی است که مدیریت کارآمد این گیاهان در نخود، که خود چالشی بزرگ (Mohammed et al., 2020) است، امّا می‌تواند عملکرد دانه نخود را بین ۱۷ تا ۱۰۵ درصد افزایش دهد (Taran et al., 2013; Mohammed et al., 2020). بااین‌حال، رشد رویشی نخود در شرایط دیم به گونه‌ای است که امکان رقابت آن با علف‌های‌هرز را فراهم نکرده (Veisi et al., 2019) و از این جهت، انتخاب زمین عاری از علف‌های‌هرز به‌منظور کشت نخود و یا کنترل این گیاهان در طول دوره رشد گیاه ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. میزان خسارت علف‌های‌هرز به نخود متفاوت و در صورت عدم مدیریت، تا بیش از ۹۰ درصد برآورد شده است (Tepe et al., 2011). این مقدار در ایران و در تبریز، کرمانشاه و ارومیه به‌ترتیب به‌میزان ۴۸، ۵۷ و ۳۶ درصد گزارش شده است و عدم وجود علف‌های‌هرز در هفته‌های ابتدایی پس از جوانه‌زنی این گیاه (تا ۳۰ روز پس از سبز شدن) زمینه کاهش خسارت را فراهم خواهد آورد (Veisi, 2018). تحقق این امر نیازمند وجود علف‌کش‌های انتخابی در کشور و یا بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌های غیرانتخابی به‌منظور ایجاد خسارت حداقلی به نخود می‌باشد. در این ارتباط، می‌توان به کاربرد علف‌کش‌های عمومی و یا غیرانتخابی توسط سم‌پاش‌هایی با نازل‌های حفاظت‌شده اشاره کرد. در این روش، امکان مهار علف‌های‌هرز موجود در بین ردیف‌های کاشت توسط علف‌کش‌های عمومی و یا غیرانتخابی نخود فراهم خواهد شد. خسارت علف‌کش‌های غیرانتخابی نخود توسط میتکوف و همکاران (Mitkov et al., 2017) بررسی شده است. به‌طوری‌که، علف‌کش کوروم (مخلوطی از علف‌کش‌های ایمازامکس و بنتازون) بین ۵۵ تا ۹۰ درصد علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ را مهار، امّا به‌میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد نیز به نخود خسارت وارد کرد. بررسی‌های ویسی و همکاران (Veisi et al., 2019 a,b) نیز مشخص کرد که کاربرد پس‌رویش ایزوکسافلوتل با وجود مهارمطلوب علف‌های‌هرز، تاثیر گیاه‌سوزی روی نخود دارد. هرچند بررسی‌های موسوی (Mousavi et al., 2010) و تاران و همکاران (Taran et al., 2013) نیز حاکی از تأثیر مطلوب علف‌کش‌های فومسافن، ایزوکسافلوتل، متری‌بیوزین و سولفن‌ترازون بر علف‌های هرز نخود دارند، امّا خسارت آن‌ها به نخود، لزوم جایگزینی علف‌کش‌های امن و یا کاربرد بهینه و یا تلفیقی آن‌ها را گوشزد می‌کند. با توجه به ضعیف بودن ساختار رویش گیاه نخود، هرگونه عملیاتی که منجر به پوشش سریع‌تر زمین شود، در زمینه رقابت با علف‌های‌هرز به این گیاه کمک خواهد کرد. آرایش کاشت از جمله روش‌هایی است که ضمن فراهم کردن شرایط مطلوب برای رویش سریع‌تر نخود، امکان ورود سم‌پاش‌های حفاظت‌شده به مزرعه و کاربرد علف‌کش‌های غیرانتخابی را فراهم خواهد آورد. در اغلب محصولات زراعی، ردیف‌های باریک‌تر(۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر) در مقایسه با ردیف‌های پهن (۷۵ سانتی‌متر) و به‌دلیل پوشش سریع‌تر زمین، سایه‌اندازی و نفوذ کمتر نور به داخل تاج‌پوش گیاه زراعی، زمینه مدیریت بهتر علف‌های‌هرز را فراهم کرده و عملکرد گیاه زراعی را افزایش خواهد داد (Najafi, 2014). گیاه نخود را نیز می‌توان در فاصله ردیف‌های مختلف کشت کرد و براساس توصیه‌های موجود، فواصل ردیف کاشت ۳۰ و فاصله بوته بر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بهترین توصیه است (Hoseinian Khoshroo et al., 2019). بااین‌حال، به‌منظور افزایش توان رقابت آن با علف‌های‌هرز، فاصله بین بوته روی ردیف‌های کاشت قابل تغییر است و می‌توان با افزایش فاصله بین ردیف و کاهش فاصله بوته روی ردیف‌های کاشت، پوشش سریع‌تر زمین را افزایش و امکان مدیریت شیمیایی و یا مکانیکی در بین ردیف‌های کاشت را فراهم آورد. با توجه به اینکه عملکرد نخود حاصل رقابت برون و درون گونه‌ای برای جذب بیشتر منابع است، حداکثر عملکرد این گیاه زمانی حاصل خواهد شد که رقابت به حداقل برسد و گیاه بتواند از عوامل محیطی موجود حداکثر استفاده را بنماید. فواصل مناسب بین ردیف‌های کاشت و بین بوته‌ها تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده برای هر بوته است و تراکم مناسب و توزیع متعادل بوته‌ها در واحد سطح موجب استفاده بهتر از رطوبت، مواد غذایی و نور و به تبع آن افزایش عملکرد می‌شود (Najafi, 2014). در این ارتباط، بررسی‌های موسوی و پزشک‌پور (Mousavi & Pezeshkpour, 2006) مشخص کرد که با افزایش فاصله ردیف کاشت نخود از ۳۰ به ۵۰ سانتی‌متر و افزایش فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت از ۵ به ۲۰ سانتی‌متر، تعداد غلاف نخود در واحد سطح به‌ترتیب ۳۰ و ۶۷ درصد کاهش یافت. با توجه به تغییر توان رقابت گیاه زراعی، تغییر آرایش کاشت زمینه را برای کاهش مصرف آفت‌کش‌ها نیز فراهم خواهد کرد. بررسی‌های گان و همکاران (Gan et al., 2009) نشان داد که در آرایش کاشت دو ردیفه (با پشته‌های ۷۵ سانتی‌متر)، ضمن کاهش ۳۰ درصدی در مصرف آفت‌کش، عملکرد مطلوب نخود نیز حاصل شد. هدف از اجرای این آزمایش، بررسی نقش آرایش کاشت و امکان استفاده از علف‌کش‌های غیرانتخابی در مهار علف‌های‌هرز مزارع نخود بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در استان‌های آذربایجان شرقی (مراغه با مختصات ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و ۴۶ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی) و همدان (همدان با مختصات ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی) و در مزرعه‌ای با شرایط دیم و مشخصات مندرج در جدول ۱ اجرا شد.

با توجه به ماهیت تیمارهای مورد بررسی، آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و در چهار تکرار اجرا و تیمارهای آزمایش ترکیبی از آرایش کاشت (شامل تک‌ردیفه و دو ردیفه با فاصله ردیف کاشت ۳۵ و ۵۳ سانتی‌متر) و کاربرد علف‌کش بودند (جدول ۲).

رقم نخود در منطقه همدان و مراغه به‌ترتیب منصور و آنا و کشت آن به‌صورت حفاظتی (بدون خاک‌ورزی) و در زمینی که در سال قبل به گندم اختصاص یافته بود، انجام شد. کشت نخود توسط بذرکار عمیق‌کار (آسکه مدل 23II، ساخت شرکت ماشین برزگر خاوری همدان) و تراکم آن در هر دو آرایش کاشت برابر و ۴۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. بر این اساس، فاصله بوته روی ردیف و برای آرایش کاشت اول و دوم به‌ترتیب ۸ و ۴ سانتی‌متر بود. فرمولاسیون علف‌کش‌های مورد استفاده در این آزمایش در تمامی مناطق اجرا یکسان و از یک شرکت خریداری شده و مطابق اطلاعات مندرج در جدول ۲ بود. در تیمارهای شاهد وجین، کلیه علف‌های هرز در کل دوره رشد نخود به‌صورت دستی حذف شدند.

در تمامی تیمارهای آزمایشی، هر کرت به دو قسمت (۱۲ و ۴ متری) تقسیم و تنها بخش پایینی آن سم‌پاشی و بخش بالایی به‌عنوان شاهد عدم کنترل سم‌پاشی نشد. سم‌پاشی تمامی کرت‌های آزمایش به غیر از پاراکوآت، توسط سم‌پاش پشتی شارژی (برند ماتابی) با نازل شره‌ای زردرنگ و با مقدار آب ۳۲۰ لیتر در هکتار تیمار با فشار ۲/۲ بار انجام شد. پاراکوآت (تیمارهای ۱۱ و ۱۲ در جدول ۲) صرفاً در حدواسط بین ردیف‌های کاشت استفاده شد و برای جلوگیری از خسارت به بوته‌های نخود، سم‌پاش پشت تراکتوری بوم‌دار (مجهز به نازل‌های تی‌جت (۸۰۰۲) حفاظت‌شده، با مقدار آب ۳۵۰ لیتر در هکتار و فشار ۲/۵ بار) به‌کار رفت و به‌منظور جلوگیری از خسارت به بوته‌های نخود، این دو تیمار تنها در فاصله ردیف کاشت ۵۳ سانتی‌متر اعمال گردید. با توجه به اینکه تیمار کاربرد پیریدات (تیمار شماره ۱۳ در جدول ۲) نیز به‌عنوان شاهد مد نظر بود، صرفاً در فاصله ردیف توصیه‌شده برای نخود (۳۵ سانتی‌متر) اعمال شد. طی ۳۰ روز بعد از آخرین سم‌پاشی، اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز (به‌تفکیک گونه) در سطح یک مترمربع صورت گرفت. ارزیابی چشمی مهار علف‌های‌هرز نیز در همان روز انجام و با استفاده از روش پیشنهادی شورای تحقیقاتی اروپا (ارزیابی چشمی با روش استاندارد EWRC) به هر تیمار امتیازدهی شد (Sandral et al., 1997). به‌منظور تعیین میزان خسارت علف‌کش‌های گراماکسون و بتانال‌پراگرس‌اُاف روی نخود، مزرعه طی ۱۵ روز بعد از سم‌پاشی بازدید و مشاهدات مربوطه ثبت شد. به‌منظور تعیین میزان تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه نخود، از دو خط میانی هر ردیف و پس از حذف حاشیه‌ها، نمونه‌گیری و عملکرد دانه نخود تعیین گردید. داده‌های آزمایش در زمان مورد نظر جمع‌آوری و توسط نرم‌افزارهای Sas و Mstatc تجزیه و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی در دو منطقه همدان و مراغه

Table 1- Soil characteristics of experimental fields in Hamadan and Maragheh

مکان Location	بافت Texture	ماده آلی (درصد) Organic matherial (%)	اسیدیته pH	درصد کلسیم Calcium (%)
همدان Hamadan	شنی-رسی Sand-clay	0.2	8.5	30
مراغه Maragheh	لوم-رسی Lome-clay	1.1	7.4	5.2

جدول ۲- تیمارهای آزمایش در دو منطقه مراغه و همدان

Table 2- The experimental treatments in two regions of Hamadan and Maragheh

شماره No.	فاصله ردیف کاشت (سانتی‌متر) Planting row spacing (cm)	تیمارهای علف‌کش[1] Herbicides[1] treatments	مقدار مصرف (میلی‌لیتر ماده مؤثره در هکتار) Rate (ml ai.ha^{-1})	زمان کاربرد Application time
1	35	ایمازتاپیر (پرسوئیت SL 10%) Imazethapyr (Pursuit SL 10%)	100	قبل یا همزمان با کاشت Immediately before or simultaneously with planting
2	35	ایمازتاپیر (پرسوئیت SL 10%)+سیتوگیت Imazethapyr (Pursuit SL 10%) + Cytogate	100	پس‌رویش و در مراحل اولیه رشد علف‌هرز Post and early growth stages of weeds
3	35	اکسی‌فلورفن (گل EC 24%) Oxyfluorfen (Goal EC 24%)	168	بلافاصله بعد از کاشت Immediately after planting
4	35	فن‌مدیفام+دس‌مدیفام+اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس اف EC 27.4%) Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (Betanal Progress OF. EC 27.4%)	160+100	پس‌رویش و در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری نخود Post and at 10 cm of chickpea height
5	35	فن‌مدیفام+دس‌مدیفام+اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس اف EC 27.4%) Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (Betanal Progress OF. EC 27.4%)	300+100	پس‌رویش و در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری نخود Post and at 10 cm of chickpea height
6	53	ایمازتاپیر (پرسوئیت SL 10%) Imazethapyr (Pursuit SL 10%)	100	قبل یا همزمان با کاشت Immediately before or simultaneously with planting
7	53	ایمازتاپیر (پرسوئیت SL 10%) + سیتوگیت Imazethapyr (Pursuit SL 10%) + Cytogate	100	پس‌رویش و در مراحل اولیه رشد علف‌هرز Post and early growth stages of weeds
8	53	اکسی‌فلورفن (گل EC 24%) Oxyfluorfen (Goal EC 24%)	168	بلافاصله بعد از کاشت Immediately after planting
9	53	فن‌مدیفام+دس‌مدیفام + اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس اف EC 27.4%) Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (Betanal Progress OF. EC 27.4%)	160+100	پس‌رویش و در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری نخود Post and at 10 cm of chickpea height
10	53	فن‌مدیفام+دس‌مدیفام + اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس اف EC 27.4%) Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (Betanal Progress OF. EC 27.4%)	300+100	پس‌رویش و در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری نخود Post and at 10 cm of chickpea height
11	53	ایمازتاپیر (پرسوئیت SL 10%) + پاراکوآت (گراماکسون SL 20%) Imazethapyr (Pursuit SL 10%) + Paraquat (Gramoxone SL 20%)	100+600	پیش‌کاشت برای ایمازتاپیر و در ارتفاع ۱۰ سانتی متری برای پاراکوآت Pre plant for imazethapyr and at 10 cm of chickpea height for paraquat
12	53	پاراکوآت[2] (گراماکسون SL 20%) Paraquat (Gramoxone SL 20%)	600	در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری نخود at 10 cm of chickpea height
13	35	پیریدات (لنتاگران EC 60%) Pyridate (Lentagran EC 60%)	1200	در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های‌هرز 2-4 weed leaf stage
14	35	شاهد وجین علف‌هرز Weed free control	-	تمام فصل Whole season

۱- به‌ترتیب نام عمومی، تجاری و فرمولاسیون علف‌کش. مقدار مصرف سیتوگیت در تیمارهای مربوطه به‌میزان دو درصد در نظر گرفته شد.

۲- مصرف پاراکوآت به‌صورت حفاظت‌شده و در بین ردیف‌های کاشت بود

1- Common and trade name and formulation of herbicides respectively. The amount of Cytogate used in the respective treatments was 2%.

2- Application of paraquat was done in a protected manner and between planting rows.

آزمایش دوم: با توجه به دریافت گزارش‌هایی مبنی بر کاربرد علف‌کش فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس‌اواف، EC 27.4%) در زراعت نخود توسط برخی کشاورزان و عدم ثبت این علف‌کش برای این گیاه، تأثیر این علف‌کش بر نخود و در شرایط گلخانه‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (واقع در کرج) مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفت. بدین منظور، دوزهای صفر، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر در هکتار ماده تجاری (معادل صفر، ۴۱۱، ۵۴۸، ۶۸۵ و ۸۲۲ میلی‌لیتر از ماده مؤثره) این علف‌کش در مرحله رشدی دو، چهار، شش و هشت برگی نخود مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل (دوز علف‌کش در پنج سطح و زمان مصرف علف‌کش در چهار سطح) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش، بذر نخود (رقم منصور) به‌منظور جلوگیری از شیوع بیماری‌های قارچی با قارچ‌کش‌های کاربندازیم + ایپرودیون (۲۶ درصد سوسپانسیون (SC)، تولیدی شرکت پاک سم ایرانیان) به‌میزان دو در هزار ضد عفونی و سپس در گلدان‌هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و در خاک دو بار استریل کشت شد. دمای روز و شب گلخانه به‌طور روزانه ثبت و در طول دوره آزمایش به‌ترتیب در دمای ۲۲ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. آبیاری گلدان‌ها بسته به نیاز گیاه انجام گردید و در زمان سم‌پاشی، بوته‌هایی که به مرحله رشدی مورد نظر (مطابق سطوح تیماری) نرسیده بودند، حذف و ارزیابی‌ها براساس تعداد بوته‌های باقی‌مانده در هر گلدان انجام شد. بر این اساس، در هر گلدان دو تا سه بوته حفظ و مابقی حذف گردید. عملیات سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش ۲۰ لیتری پشتی ماتابی با نازل شره‌ای (زردرنگ)، با فشار ۲/۵ بار و مقدار آب ۲۳۰ لیتر در هکتار طی مراحل رشدی مورد نظر در تیمارهای آزمایش انجام شد. ارزیابی‌ها براساس وزن خشک تولیدی توسط بوته‌های نخود طی ۳۰ روز بعد از سم‌پاشی انجام و داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار Mstatc تجزیه شد.

نتایج و بحث

آزمایش مزرعه‌ای

گونه‌های علف‌های‌هرز موجود در مزرعه آزمایشی در جدول ۳ معرفی شده است. با توجه به پراکندگی علف‌های‌هرز در هر دو منطقه همدان و مراغه، تجزیه آماری داده‌های آزمایش روی مجموع علف‌های‌هرز انجام و امکان تفکیک آن براساس گونه میسر نشد. براساس مشاهدات این آزمایش، تعدد گونه‌های غالب در منطقه مراغه بیشتر از منطقه همدان بود.

جدول ۳- گونه‌های علف‌های‌هرز غالب در مزرعه آزمایشی در دو منطقه همدان و مراغه

Table 3- Dominant weeds of experimental field in Hamadan and Maragheh

خانواده Family	نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	غالبیت Dominance همدان Hamadan	 مراغه Maragheh
Brassicaceae	*Alyssum* spp.	قدومه	-	+++
Brassicaceae	*Descurainia sophia* L.	خاکشیر خوراکی	+++	-
Asteraceae	*Acroptilon repens* (L.) DC.	تلخه	-	++
Rubiaceae	*Galium aparin* L.	بی تی راخ	-	++
Polygonaceae	*Polygonum aviculare* L.	علف هفت بند	+	+++
Fabaceae	*Astragalus* sp.	گون	+++	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia* spp.	فرفیون	-	+
Fumariaceae	*Fumaria parviflora* Lam.	شاه تره	+	++
Poaceae	*Poa* spp.	چمن پیازی	-	+
Caryophyllaceae	*Gypsophila* spp.	گچ دوست	-	+
Liliaceae	*Allium* spp.	سیر وحشی	-	++
Apiaceae	*Falcaria vulgaris* Bernh.	غاز یاغی	-	++
Geraniaceae	*Geranium* spp.	شمعدانی وحشی	-	+++

+، ++، +++ و –: به‌ترتیب غالبیت کم، متوسط، بالا و عدم مشاهده علف‌هرز در منطقه می‌باشند

+,++,+++ and –: are low, medium, high dominance and Absence of weeds in location

وزن خشـــک علف‌های‌هرز: نتـایج تجزیـه واریـانس داده‌های آزمایش در هر دو منطقه همدان و مراغه حـاکی از تأثیر معنی‌دار تیمار بر وزن خشـــک کل علف‌های‌هرز (مقدار در واحد سـطح و درصـد نسـبت به شـاهد هر کرت) بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). براساس نتایج این بررسی در دو منطقه مراغه و همدان، مصـــرف مقدار ۱/۶ لیتر در هکتار از علف‌کش فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت (فن‌دس‌اتو) در فاصله ردیف کاشت ۵۳ سانتی‌متر و بعد از شاهد آلوده، بالاترین وزن خشـک علف‌های‌هرز را دارا بود و حتی این تیمار در مراغه، هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر کاهش وزن خشـــک علف‌های‌هرز نداشت و تفاوت آن با شـاهد آلوده نیز معنی‌دار نشد (جدول ۴). این تیمـار و تیمـار کـاربرد فن‌دس‌اتو (در فـاصـــلـه ردیف ۳۵ ســـانتی‌متر) در مراغه به‌ترتیب با میانگین ۸۲/۲ و ۶۸/۸ و در همدان با میانگین ۴۴/۴ و ۴۰/۶ گرم بر مترمربع و پس از شاهد آلوده (بـه‌ترتیـب بـا میـانگین ۱۰۴/۳ و ۱۲۱/۴گرم بر مترمربع برای مراغه و همدان) بالاترین وزن خشـک علف‌های‌هرز را ثبت کردنـد. در بین ســـایر تیمـارهـای آزمـایش، کـاربرد علف‌کش ایمـازتـاپیر + پـاراکوآت بـا میـانگین‌هـای ۷/۱ و ۳۰/۴ گرم در مترمربع (به‌ترتیب برای همدان و مراغه) کمترین وزن خشـــک علف‌های هرز و همچنین با ۹۴/۴ و ۶۹/۹ درصـــد، بیشـــترین کاهش وزن خشـک نسـبت به شـاهد هر کرت را ثبت و به‌عنوان بهترین تیمار معرفی شـــد. بااین‌حال، تفاوت این تیمار با برخی دیگر از تیمـارهـای علف‌کشـــی در مراغـه (مثـل پیریـدات، اکسـی‌فلورفن، فن‌دس‌اتو (سه لیتر در هکتار) و کاربرد ایمازتاپیر به‌تنهایی) معنی‌دار نشـد (جدول ۴). بررسـی درصـد کاهش وزن خشـــک علف‌های‌هرز نســبت به شـــاهد هر کرت در همدان نیز نشـــان داد که کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر + پاراکوآت با بیش از ۹۴ درصد کاهش، بیشترین مهارعلف‌های‌هرز را به دنبال داشت. این در حالی بود که در تیمارهای کاربرد فن‌دس‌اتو (در مقدار ۱/۶ لیتر در هکتار) و اکسی فلورفن، کمترین درصد کاهش وزن خشـــک علف‌های‌هرز ثبت شـــد (جدول ۴). در منطقه مراغه کارآیی علف‌کش‌ها پایین‌تر و درصـد کنترل علف‌های‌هرز کمتر از همدان بود. بااین‌حال، بیشـترین درصـد کاهش وزن خشـک علف‌هـای‌هرز در این منطقـه بـه تیمـار ایمـازتـاپیر (بـا و بـدون سیتوگیت و پاراکوآت) و فن‌دس‌اتو (در مقدار سه لیتر در هکتار) اختصاص یافت (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین تأثیر تیمارهای آزمایش بر وزن خشک کل علف‌های‌هرز (گرم در مترمربع و درصد نسبت به شاهد هر کرت) طی ۳۰ روز بعد از سم‌پاشی در همدان و مراغه

Table 4- Mean effects of experimental treatments on total weed dry weight (g.m^{-2} and reduction % in Comparison to control, 30 days after spraying) in Hamadan and Maragheh

تیمار Treatments	مقدار مصرف (میلی‌لیتر ماده مؤثره در هکتار) Rate (ml ai.ha^{-1})	فاصله ردیف (سانتی متر) Row spacing (cm)	وزن خشک Dry weight – همدان Hamadan: گرم بر مترمربع (g.m^{-2})	وزن خشک Dry weight – همدان Hamadan: ٪ نسبت به شاهد % (compared to the control)	وزن خشک Dry weight – مراغه Maragheh: گرم بر مترمربع (g.m^{-2})	وزن خشک Dry weight – مراغه Maragheh: ٪ نسبت به شاهد % (compared to the control)
Imazethapyr	100	35	16.9 e*	85 b	34.9 ef	66.1 ab
Imazethapyr	100	53	18.2 e	84.7 b	42.9 def	58.4 a-e
Imazethapyr + Cytogate	100	35	19 e	84.5 b	51.6 c-f	49 a-e
Imazethapyr + Cytogate	100	53	18.7 e	84.7 b	39.7 def	61.3 abc
Oxyfluorfen	168	35	30.3 d	74.6 c	68 bc	34.4 def
Oxyfluorfen	168	53	29.3 d	75.9 c	42.5 def	59 a-d
Phen.Des.Etho (1.6)[1]	160 + 100	35	40.6 c	66.1 d	68.8 bc	20.3 f
Phen.Des.Etho (1.6)	160 + 100	53	44.4 b	64.3 d	82.2 ab	33.7 ef
Phen.Des.Etho (3)	300 + 100	35	18.7 e	85.5 b	35.6 ef	64.3 ab
Phen.Des.Etho (3)	300 + 100	53	18.2 e	84.8 b	59.1 b-e	42.7 b-f
Imazethapyr + Paraquat	100 + 600	53	7.1 f	94.4 a	30.7 f	69.9 a
Paraquat	600	53	17.9 e	84.9 b	63.5 bcd	39.1 c-f
Pyridate	1200	35	17.6 e	84.9 b	43.3 def	57.9 a-e
Control (weed infested)	-	35	121.4 a	-	104.3 a	-

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

مقدار مصرف سیتوگیت در تیمارهای مربوطه دو درصد ماده تجاری می‌باشد.

فن‌دس‌اتو مخفف فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت است

In each column, means with the same letter have no significant difference (Duncan, p≤o.o5).

The amount of Cytogate used in the respective treatments was 2%.

Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (1.6 and 3 L.ha^{-1})

براســاس نتایج آزمایش و صــرف نظر از علف‌کش مورد استفاده، وزن خشک گونه‌های هرز در فاصله ردیف کاشت ۳۵ سانتی‌متر مشابه فاصله ردیف کاشت ۵۳ سانتی‌متر بود (جدول ۴). بر این اساس و در صورت بالا بودن کارآیی علف‌کش، کاشت نخود در فاصــله ردیف ۵۳ ســانتی‌متر موجب افزایش جمعیت علف‌های‌هرز نشــد و این در حالی بود که در این آرایش، امکان ورود تراکتور به مزرعه، کاربرد ادوات مکانیکی و اســتفاده از تجهیزات ســم‌پاش دارای محافظ جهت کاربرد علف‌کش‌های عمومی فراهم گردید و مدیریت علف‌های‌هرز با خطر و خسارت کمتر به نخود انجام شــد. هرچند انتظار می‌رفت که با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۳۵ به ۵۳ سانتی‌متر، توازن رقابت درون و برون گونه‌ای به هم خورده و آثار آن در وزن خشــک نخود و علف‌های‌هرز مشاهده شود، امّا به‌دلیل ساختار ضعیف تاج‌پوش نخود در شرایط دیم (رشد آهسته در ابتدای جوانه‌زنی، ارتفاع کم و تاج‌پوش باز) و عدم توان آن در رقابت با علف‌های هرز (Najafi et al, 2023, Mohammed et al., 2020)، حتی فاصله بیشــتر ردیف کاشــت، باعث افزایش قدرت رقابت در این گیاه نشــد. باید توجه داشــت که به‌کارگیری روش‌های مختلف در برنامه‌های کنترل تلفیقی (IWM) علف‌های‌هرز تحت تأثیر گونه گیاه زراعی قرار دارد و نقش رقم در موفقیت این برنامه‌ها اختصاصی است و از این جهت، ممکن است راهبردهایی که در یک محصــول زراعی موفقیت‌آمیز اســت، در گیاه دیگر کارآمد نباشد (Mohammed et al., 2020). ارقام مورد استفاده در این آزمایش، رقم منصور با متوسط ارتفاع ۵۲ سانتی‌متر و رقم آنا با متوسط ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر بودند که همین خصوصیت، امکان رقابت با علف‌های‌هرز را از این ارقام ســلب کرده بود. البته اگر کاهش فاصــله ردیف کاشــت همراه با افزایش تراکم گیاه زراعی باشــد، می‌تواند در افزایش توان رقابت آن تأثیر بگذارد (Benaragama & Shirtliffe, 2013)، امّا در این آزمایش، تراکم نخود در هر دو فاصله ردیف کاشت ثابت در نظر گرفته شده بود و این می‌تولند دلیل احتمالی عدم تأثیر معنی‌دار این عامل در ارزیابی‌ها باشد. این در حالی است که براساس نتایج بررسی‌های موســوی و پزشــکپور (Mousavi & Pezeshkpour, 2006)، کاهش فاصــله ردیف کاشــت از ۵۰ به ۳۰ ســانتی‌متر موجب افزایش عملکرد دانه و همچنین عملکرد بیولوژیک نخود شد. در خصوص سایر گیاهان زراعی نیز گزارش‌های مشابهی در دست اســت، به‌طوری‌که اصلاح الگوی کاشــت و افزایش تراکم گندم باعث کاهش ۶۰ درصــدی در جمعیت علف‌های هرز و افزایش ۶۰ درصدی در عملکرد این گیاه شد (Weiner et al., 2001).

در زراعت عدس (*Lens culinaris* Medicus) نیز با افزایش ۵۰ و ۱۵۰ درصدی تراکم، درصد کنترل علف‌های هرز به‌ترتیب ۳۳ و ۷۷ درصــد افزایش یافت (Boerboom & Young, 1995). برخلاف گزارش‌های فوق و براســاس نظر کمپبل (Campbell, 2016)، تراکم بـه‌تنهایی قادر بـه افزایش توان رقابت نخود و عدس نخواهد شد، چرا که ساختار پوشش گیــاهی بــا جــذب تشعشع در ارتباط است و نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد گیاه دارد.

ارزیابی چشمی

نتیجه ارزیابی چشــمی تأثیر تیمارهای علف‌کش بر بوته‌های نخود و همچنین علف‌های‌هرز موجود در کرت‌های آزمایشی در جدول ۵ ارائه شده است. براساس نتایج این ارزیابی در منطقه همدان، پیریدات، پاراکوآت، ایمازتاپیر، فن‌دس‌اتو (در مقدار سه لیتر در هکتار) و ترکیب ایمازتاپیر + پاراکوآت بیشترین درصد کنترل علف‌های هرز (با دامنه ۸۵ تا ۹۵ درصد) را ثبت کردند و کمترین درصــد کنترل به اکســی‌فلورفن و فن‌دس‌اتو (با مقدار ۱/۶ لیتر در هکتار) به‌ترتیب به‌میزان ۷۵ و ۶۵ درصد اختصاص یافت (جدول ۵). در بین علف‌کش‌های مصرفی، اکسی‌فلورفن و پیریدات در هر دو منطقه همدان و مراغه، هیچ‌گونه خسارتی به بوته‌های نخود وارد نیاوردند و این در حالی بود که ایمازتاپیر در ۴۵ تا ۶۶ درصد بوته‌های نخود گیاه‌سوزی ایجاد کرد و رشد این گیاه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۵). زمانی‌که ایمازتاپیر به‌صورت پیش‌رویش مورد استفاده قرار گرفت، درصد سبز نخود در منطقه همدان و برخلاف مراغه کاهش یافت و این در حالی بود که مصرف پس‌رویش این علف‌کش، رشد نخود را تحت تأثیر قرار داد و بوته‌های این گیاه حالت جارویی به خود گرفتند. هرچند بعد از گذشت زمان، بوته‌های نخود رشد عادی خود را بازیافتند، امّا به‌دلیل سپری شدن زمان و نزدیکی به پایان فصل، عملکرد مطلوبی حاصل نشد. مصرف فن‌دس‌اتو نیز در نخود موجب کلروز برگ‌ها، کاهش رشد بوته و ارتفاع این گیاه شد و از این جهت، کاربرد این علف‌کش به‌خصوص در مقادیر بالا (سه لیتر در هکتار) در نخود توصیه نمی‌شود.

در تیمار کاربرد پاراکوآت، هرچند انجام ســم‌پاشــی با اســتفاده از ســم‌پاش‌های دارای محافظ نازل انجام شــد، امّا کم‌دقتی راننده تراکتور و بادبردگی پاراکوآت متصــاعدشــده در فضا موجب خسارت جزئی به بوته‌های نخود شد که البته بعد از گذشت چند روز، بوته‌های نخود رشد طبیعی خود را بازیافتند.

جدول ۵- ارزیابی چشمی مهارعلف‌های‌هرز و خسارت تیمارهای علف‌کشی بر بوته‌های نخود
Table 5- Visual evaluation of treatments on weeds and chickpea

تیمار Treatments	مقدار مصرف (میلی‌لیتر ماده مؤثره در هکتار) Rate (ml ai.ha^{-1})	فاصله ردیف (سانتی متر) Row spacing (cm)	ارزیابی چشمی Visual evaluation			
			علف هرز Weeds		نخود Chickpea	
			همدان Hamadan	مراغه Maragheh	همدان Hamadan	مراغه Maragheh
Imazethapyr	100	35	85	77	50	45
Imazethapyr	100	53	85	70	50	66
Imazethapyr + Cytogate	100	35	85	70	25	22
Imazethapyr + Cytogate	100	53	85	85	25	15
Oxyfluorfen	168	35	75	70	0	0
Oxyfluorfen	168	53	75	75	0	0
Phen.Des.Etho (1.6)[1]	160 + 100	35	65	70	5	15
Phen.Des.Etho (1.6)	160 + 100	53	65	58	5	8
Phen.Des.Etho (3)	300 + 100	35	85	85	40	33
Phen.Des.Etho (3)	300 + 100	53	85	77	40	42
Imazethapyr + Paraquat	100 + 600	53	95	90	65	70
Paraquat	600	53	85	75	15	23
Pyridate	1200	35	85	80	0	0

مقدار مصرف سیتوگیت در تیمارهای مربوطه دو درصد ماده تجاری می‌باشد.

فن‌دس‌اتو مخفف فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت است

The amount of Cytogate used in the respective treatments was 2%.

Phenmedipham + Desmedipham +Ethofumesat (1.6 and 3 L.ha^{-1})

عملکرد دانه نخود

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش در هر دو منطقه حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمار بر عملکرد دانه نخود بود (میانگین مربعات نشان داده نشده است)، امّا این تأثیر تنها در مورد علف‌کش‌های مختلف مشاهده شد و آرایش کاشت تأثیری بر عملکرد دانه نخود نداشت. بررسی درصد افزایش وزن دانه نخود نسبت به شاهد آلوده در هر دو منطقه همدان و مراغه نشان داد که پس از تیمار شاهد وجین (که در مقایسه با شاهد آلوده به‌ترتیب در همدان و مراغه بیش از ۱۹۰ و ۱۲۰ درصد باعث افزایش عملکرد دانه شد)، عملکرد نخود در تیمارهای پیریدات، کاربرد حفاظت‌شده ایمازتاپیر + پاراکوآت و اکسی‌فلورفن در بیشترین مقدار بود. کمترین درصد افزایش عملکرد (در مقایسه با شاهد آلوده) نیز در مراغه و همدان برای تیمار کاربرد فن‌دس‌اتو (سه لیتر در هکتار) ثبت شد که البته تفاوت آن با تیمارهای کاربرد فن‌دس‌اتو (در مقدار ۱/۶ لیتر در هکتار)، ایمازتاپیر و ایمازتاپیر + سیتوگیت معنی‌دار نشد (جدول ۶). هرچند این دو علف‌کش تأثیر مطلوبی بر جمعیت علف‌های‌هرز داشتند، امّا به‌دلیل خسارت به نخود، عملکرد دانه در این گیاه در حداقل مقدار بود. این نتیجه با گزارش موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2010) تطابق داشت، به‌طوری‌که کاربرد پیش‌کاشت و پیش‌رویشی ایمازتاپیر در این آزمایش، علی‌رغم مهار ۸۰ درصدی علف‌های هرز و به‌دلیل گیاه‌سوزی شدید در نخود، موجب کاهش عملکرد دانه آن شد. در این بررسی، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، پیش‌رویشی فومسافن، سیمازین و مخلوط سیمازین + پرومترین، برترین تیمارهای علف‌کشی به لحاظ حداقل اثرات گیاه‌سوزی روی نخود و داشتن تأثیر کنترلی مناسب روی گونه‌های علف‌هرز بودند. ویسی و همکاران (Veisi et al., 2019) نیز معتقدند که علف‌کش‌های پیش‌رویش در زراعت نخود بهتر از علف‌کش‌های پس‌رویش هستند، امّا در بین علف‌کش‌های پس‌رویش نیز پیریدات از کارآیی بالاتری در مهارعلف‌های‌هرز برخوردار است. خسارت اکسی فلورفن به نخود در گزارش یوسفی و همکاران (Yousefi et al., 2006) نیز تأیید شد.

جدول ۶- تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه نخود (درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده) در دو منطقه همدان و مراغه

Table 6- Treatment effects on chickpea grain yield (increase (%) in comparison to infested control) in Hamadan and Maragheh

تیمار Treatments	فاصله ردیف (سانتی متر) Row spacing (cm)	عملکرد دانه (٪) Grain yield (%) همدان Hamadan	مراغه Maragheh
Mazethapyr	35	51.8 d	34.7 ef
Imazethapyr	53	47.8 d	35.8 ef
Imazethapyr + Cytogate	35	88.3 c	42.4 de
Imazethapyr + Cytogate	53	91.9 bc	44.8 de
Oxyfluorfen	35	122.7 b	65.7 cde
Oxyfluorfen	53	115.8 b	71 bc
Phen.Des.Etho (1.6)[1]	35	91.4 c	42.5 ef
Phen.Des.Etho (1.6)	53	84.9 c	48.7 de
Phen.Des.Etho (3)	35	45.9 d	26.7 f
Phen.Des.Etho (3)	53	88.7 c	22.9 f
Imazethapyr + Paraquat	53	111.7 b	83 b
Paraquat	53	71.8 c	61.2 cde
Pyridate	35	125.4 b	75.4 bc
Control	35	192 a	120.4 a

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

مقدار مصرف سیتوگیت در تیمارهای مربوطه دو درصد ماده تجاری می‌باشد

فن‌دس‌اتو مخفف فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت است

In each column, means with the same letter have no significant difference (Duncan, p≤o.o5).

The amount of Cytogate used in the respective treatments was 2%.

Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (1.6 and 3 L.ha^{-1})

آزمایش گلخانه‌ای

نتیجه تجزیه واریانس داده‌های آزمایش در گلخانه حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمار دوز و زمان کاربرد علف‌کش فن‌دس‌اتو و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک نخود بود (جدول آنالیز واریانس ارائه نشـــده اســـت). با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل بین تیمارهای آزمایش، اثرات ســاده مورد مقایســه قرار نگرفتند و مقایسه میانگین‌ها صرفاً روی اثرات متقابل انجام شد. نتیجه مقایســه میانگین اثرات متقابل زمان سـم‌پاشـی و مقدار مصـــرف علف‌کش نشـــان داد که در تمامی مراحل رشــد و با افزایش دوز مصرف علف‌کش، میزان خسـارت به نخود افزایش و این خســـارت در دوزهای ۲/۵ و ۳ لیتر در هکتار و در مرحله رشدی دوبرگی نخود در بیشترین مقدار بود (جدول ۷).

براســاس مشــاهدات این آزمایش، حتی در کمترین مقدار مصـــرف علف‌کش (دوز ۱/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری) نیز حدود ۲۰ درصـد افت وزن خشـک در نخود مشـاهده شـد. این مقدار براســاس ارزیابی چشــمی حدود ۷ تا ۱۰ درصــد بود که می‌تواند بر عملکرد انتهای فصل تأثیرگذار باشد و از این جهت، کاربرد این علف‌کش در نخود براساس نتایج گلخانه قابل توصیه نیســت. بررســی‌های گلخانه‌ای نشــان داد که با افزایش مقدار مصرف علف‌کش در تمام مراحل رشد گیاه، ارتفاع نخود کاهش و اندام‌های هوایی آن ضـعیف شـدند (شکل ۱). کلروز برگ‌های پایین در گیاه از جمله دیگر علائمی بود که در نخود و پس از کاربرد این علف‌کش مشاهده شد که البته دوام نداشت و پس از مدتی رفع شد.

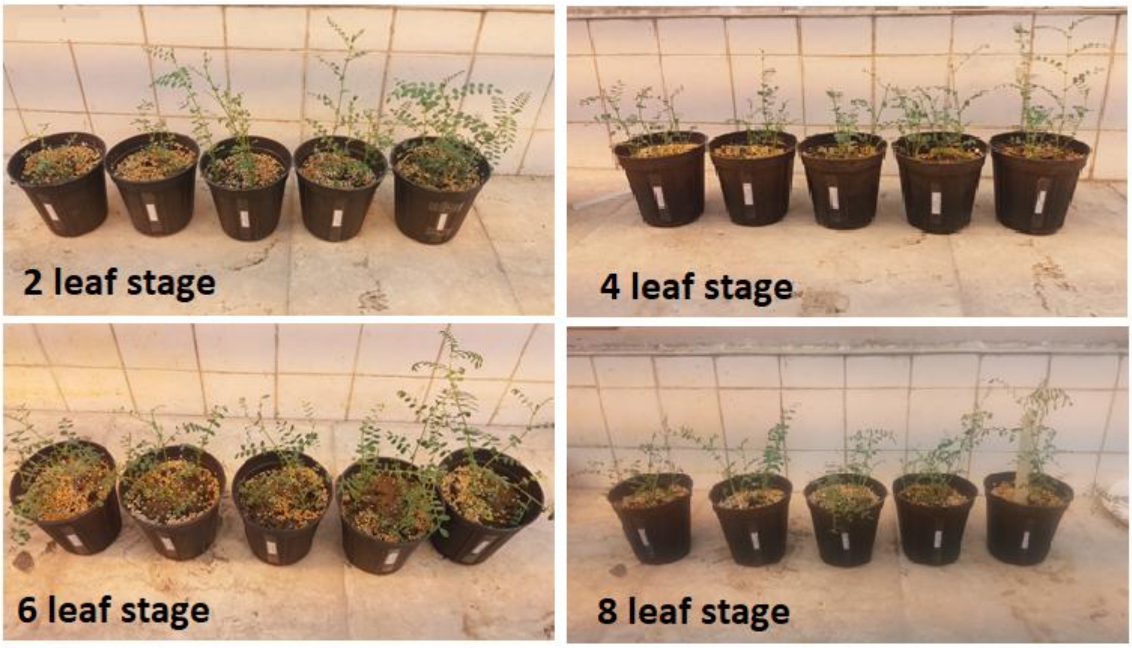
جدول ۷- تأثیر زمان و مقدار کاربرد علف‌کش فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس ااف EC 27.4%) بر درصد کاهش وزن خشک نخود نسبت به شاهد و ارزیابی چشمی خسارت وارده به نخود

Table 7- Effect of dose and application time of Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat (Betanal progress OF 27.4%) on chickpea dry weight reduction compared with control and visual damage assessment of chickpea

مرحله رشد نخود Leaf stage of chickpea	مقدار کاربرد علف‌کش (میلی‌لیتر بر هکتار) Herbicide dose (ml ai.ha^{-1})	وزن خشک (٪) Dry weight (%)	ارزیابی چشمی (٪) Visual damage (%)
2	411	20.8 e	7.5 fg
	548	30.1 cde	10 efg
	685	67.6 a	32.5 b
	822	67.0 a	46.2 a
4	411	24.1 de	8.7 fg
	548	54.4 ab	16.2 defg
	685	28.0 cde	6.2 g
	822	64.2 a	30 bc
6	411	53.3 ab	27.5 bcd
	548	55.7 ab	18.7 cdef
	685	35.4 cde	26.2 bcd
	822	54.1 ab	31.2 b
8	411	33.2 cde	6.2 g
	548	33.8 cde	0 g
	685	40.5 bcd	21.2 bcde
	822	44.3 bc	13.7 efg

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

* In each column, means with the same letter have no significant difference (Duncan, $p \leq 0.05$).



شکل ۱- تأثیر کاربرد مقادیر مختلف علف‌کش فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت بر نخود

Fig. 1- Effects of different doses of Phenmedipham + Desmedipham +Ethofumesate on height and canopy structure of chickpea

در تمامی شکل‌ها، اولین گلدان از سمت راست، شاهد بدون علف‌کش می‌باشد و پس از آن، به‌ترتیب دوزهای ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر در هکتار از ماده تجاری اعمال شده است.

In each figure, the first pot (from right) is control , and others are herbicide treatments (at 1.5, 2, 2.5, 3 L.ha^{-1} respectively).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش و در بین علف‌کش‌های مورد استفاده، پیریدات، ایمازتاپیر، ایمازتاپیر + پاراکوآت و فن‌دس‌اتو در مقدار سه لیتر در هکتار، بیشترین کاهش وزن خشک علف‌های هرز را به دنبال داشتند و در این بین، کاربرد حفاظت‌شده ایمازتاپیر + پاراکوآت با ۹۵ درصد کاهش وزن خشک نسبت به شاهد عدم سم‌پاشی، برترین تیمار معرفی شد. این در حالی بود که اکسی‌فلورفن و فن‌دس‌اتو (در مقدار ۱/۶ لیتر در هکتار) با کمترین تأثیر، در رتبه‌های انتهایی قرار گرفتند. عملکرد نخود نیز در تیمارهای کاربرد پیریدات و تیمار ترکیبی ایمازتاپیر + پاراکوآت در بیشترین مقدار بود. با توجه به اینکه افزایش فاصله ردیف کاشت نخود از ۳۵ به ۵۳ سانتی‌متر تأثیری بر جمعیت علف‌های‌هرز و نخود نداشت، امکان کاربرد علف‌کش عمومی در مزرعه و با استفاده از سم‌پاش‌هایی با نازل‌های حفاظت‌شده را فراهم کرد و از این طریق، کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز در نخود و به‌خصوص کاربرد علف‌کش‌های عمومی و غیرانتخابی با کارآیی بالاتری انجام شد. بنابراین، برای تسهیل ورود تراکتو و سم‌پاش به مزرعه، اصلاح آرایش کاشت نخود و افزایش فواصل ردیف کاشت تا ۵۳ سانتی‌متر ضروری و امکان‌پذیر است. در این حالت، علف‌های‌هرز موجود در بین ردیف‌های کاشت توسط علف‌کش عمومی از بین خواهند رفت و بوته‌های نخود در شرایط آلودگی کم جوانه زده و تاج‌پوش خود را کامل خواهند کرد. با توجه به حذف علف‌کش پاراکوآت از لیست فهرست آفت‌کش‌های مجاز کشور، کاربرد این علف‌کش توصیه نمی‌شود، امّا به‌جای آن می‌توان از دیگر علف‌کش‌های تماسی غیرانتخابی در سم‌پاش‌های مجهز به نازل حفاظت شده بهره جست.

سپاسگزاری

این آزمایش در قالب پروژه مصوب به شماره ۹۹۰۶۴۳-۰۸۵-۰۳-۱۶-۱۶۱۵ و به‌صورت مشترک بین دو مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان) و مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور اجرا شد که بدینوسیله از همکاری این دو مجموعه جهت فراهم آوردن امکانات لازم سپاسگزاری می‌شود.

References

Anonymous. (2022). Agricultural Statistics (Crops 2021-2022). Statistics, Information and Communication Technology Center. Ministry of Jihad - E- Agriculture. Tehran, Iran. p. 103.

Babaei, S., Lahooni, S., Mousavi, S. K., Tahmasebi, I., Sabeti, P., & Abdulahi, A. (2022). Efficiency of herbicides for weed control in chickpea and effect of their residues on wheat growth. *Agronomía Colombiana*, *40*(2), 249-257. https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n2.101580

Benaragama, D., & Shirtliffe, S. J. (2013). Integrating cultural and mechanical methods for additive weed control in organic systems. *Agronomy Journal*, *105*, 1728–1734. https://doi.org/10.2134/agronj2013.0007

Boerboom, C. M., & Young, F. L. (1995). Effect of postplant tillage and crop density on broadleaf weed control in dry pea (*Pisum sativum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Weed Technology*, *9*, 99–106. https://doi.org/10.1017/S0890037X00023022

Campbell, J. (2016). Controlling weeds in Pacific Northwest pulse crops. *Crops Soils*, *49*, 24–26. https://doi.org/10.2134/cs2016-49-2-8

FAO. (2023). FAOSTAT. http://faostat.fao.org. [Verified 2 September 2024].

Gan, Y., Warkentin, T. D., Chandirasekaran, R., Gossen, B. D., Wolf, T., & Banniza, S. (2009). Effects of planting pattern and fungicide application systems on ascochyta blight control and seed yield in chickpea. *Agronomy Journal*, *101*(6), 1548-1555. https://doi.org/10.2134/agronj2009.0188

Hoseinian Khoshroo, H., Pourali Baba, H. R., Eskandari, A., Gahramanian, G., & Jahangiri, G. (2019). Rain feed farming of chickpea. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Dryland Agricultural Research in Statute. p. 9.

Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *British Journal of Nutrition*, *108*, 11-26. https://doi.org/10.1017/S0007114512000797

Mitkov, A., Yanev, M., Neshev, N., & Tonev, T. (2017). Possibilities for chemical control of the weeds at chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crop Production 52nd Croatian and 12th International Symposium on Agriculture February 12-17, 2017, Dubrovnik, Croatia.

Mohammed, Y. A., Miller, Z., Hubbel, K., & Chen, C. (2020). Variety and weed management effects on organic chickpea stand establishment and seed yield. *Agrosystems, Geoscience and Environment*, *3*(1), 1-11. https://doi.org/10.1002/agg2.20035

Mousavi, S. K., & Pezeshkpour, P. (2006). Effects of planting pattern on pea (*Pissum sativum* L.) production in dryland situation of Lorestan province. *Iranian Journal of Field Crop Research, 4*(8), 375-384. https://doi.org/10.22067/GSC.V4I2.1275

Mousavi, K., Sabeti, P., Jafarzadeh, N., & Bazazi, D. (2010). Evaluation of some herbicides efficacy for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Pulses Research, 1*(1), 19-31. https://doi.org/10.22067/ijpr.v1i1.6326

Najafi, H. (2014). Non-Chemical Weed Management (Second Edition). Paak Pendaar Publication, Iran. p. 317.

Najafi, H., Nazer Khakhki, H., & Soheili, B. (2023). Soil-applied herbicides optimization possibility in rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) via incorporated by sowing system (IBS). *Iranian Journal of Pulses Research*, *14*(2), 55-71. https://doi.org/10.22067/IJPR.2023.76756.1036

Plew, J. N., Hill, G. D., & Dastgheib, F. (1994). Weed control in chickpeas (*Cicer arietinum*). Proceedings Agronomy Society of N.Z. 24.

Sandral, G. A., Dear, B. S., Pratley, J. E., & Cullis, B. R. (1997). Herbicide dose response rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. *Australian Journal of Experimental Agriculture, 37*(1), 67-74. https://www.researchgate.net/publication/240507609_Herbicide_dose_rate_response_curves_in_subterranean_clover_determined_by_a_bioassay

Taran, B., Holm, F., & Banniza, S. (2013). Response of chickpea cultivars to pre-and post- emergence herbicide applications. *Canadian Journal of Plant Science, 93*, 279-286. https://doi.org/10.4141/cjps2012-167

Tepe, I., Erman, M., Yergin, R., & Bükün, B. (2011). Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *35*(5), 525-534. https://doi.org/10.3906/tar-1007-956

Veisi, M. (2018). Weeds Identification and Management in Chickpea Farming System. Agricultural Research, Education and Extension Organization Iranian Research Institute of Plant Protection. p. 28.

Veisi, M., Mansoori, M. S., & Ghiasvand, M. (2019a). Survey of possibility weed control in fall and entezari chickpea fields. Final Report of Research Project. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Iranian Research Institute of Plant Protection. p. 36.

Veisi, M., Mansoori, M. S., & Jahedi Tork, A. (2019b). Investigation the effect of new herbicides on weed control in rainfed winter chickpea. Final Report of Research Project. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Iranian Research Institute of Plant Protection. p. 42.

Veisi, M., Zand, E., Minbashi Moeini, M., & Basiri, K. (2019). Review of research on weed management of chickpea in Iran: Challenges, strategies and perspectives. *Journal of Plant Protection Research, 60*(2), 113-125. https://doi.org/10.24425/jppr.2020.132212

Weiner, J., Griepentrog, H. W., & Kristensen, L. (2001). Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology*, *38*, 784–790. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00634.x

Yousefi, A. R., Alizadeh H. M., Preston, C., Watts, J. H., Cossman, N. D. (2006). Investigation of single and integrated application of different herbicides on chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield and its components in winter sowing. p. 420–422. In: Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference “Managing Weeds in a Changing Climate”. 24–28 September 2006, Adelaide, South Australia.